Bestimmung der Menge

des im

Kothe befindlichen nicht von der Nahrung herrührenden Stickstoffes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium des Hrn. Prof. Carl v. Voit

der

medicinischen Fakultät der Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Rieder.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1884.

Bestimmung der Menge

des im

Kothe befindlichen nicht von der Nahrung herrührenden Stickstoffes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

unter dem Präsidium des Hrn. Prof. Carl v. Voit

der

medicinischen Fakultät der Universität zu München

vorgelegt von

Hermann Rieder.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1884.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554602_0081

In dem Kothe findet sich bekanntlich nicht nur das, was von der eingeführten Nahrung nicht in die Säfte aufgenommen worden ist, sondern es sind darin auch die Residuen der Verdauungssäfte, Schleim und Epithelien des Darmes und vielleicht noch aus der Darmoberfläche direct ausgeschiedene Stoffwechselproducte (Eisen, phosphorsaurer Kalk) enthalten.

Es ist schwierig, die Reste der Nahrung von den Stoffen der letzteren Kategorie genau zu trennen und doch wäre es für manche Fälle von grosser Bedeutung. Es wäre z. B. für die genaue Kenntniss des Stickstoff- und Kohlenstoffverbrauchs im Thierkörper wichtig zu wissen, wieviel von dem im Koth enthaltenen Stickstoff als Product der Zersetzungen im Körper aufzufassen und wieviel davon nur unverdauter Antheil der Nahrung ist, oder wieviel von den in Aether löslichen Stoffen des Kothes der ersteren Quelle entstammen und wieviel von ihnen von dem Fett der Nahrung herrühren.

Man könnte glauben, es wäre in dem beim Hunger in geringer Menge abgesonderten schwarzen, pechartigen Koth das einfachste Mittel gegeben, für ein bestimmtes Thier die Grösse der Residuen der Darmausscheidungen und ihre Zusammensetzung zu ermitteln.

Im Voit'schen Laboratorium wurde in einer Anzahl von Fällen für verschiedene Hunde die Menge des bei längerem Hunger er-

zeugten Kothes gesammelt. Es sind diese Fälle in der Abhandlung von Friedr. Müller [1]) zusammengestellt; es ergibt sich daraus, dass für Hunde von 20—37 (Mittel 26) Kilo Gewicht die Quantität des trockenen Hungerkothes im Mittel 3,2 g für den Tag beträgt. Diese Menge ist, wenn man sie mit der nach Aufnahme grosser Quantitäten reinen Fleisches vergleicht, eine recht beträchtliche, denn da in letzterem Falle etwa 11 g trockenen Kothes gefunden wurden, so macht der Hungerkoth 36 % desjenigen Kothes aus, der bei einer den Körper auf seinem Bestande an Eiweiss und Fett erhaltenden Fleischmenge entleert wird.

Was nun die Zusammensetzung dieses Hungerkothes betrifft, so sind die darin enthaltenen Stoffe bis jetzt nur zum Theil bekannt Es sind zunächst mehr oder weniger veränderte Residuen der Verdauungssäfte, namentlich der auch während des Hungers beständig abgesonderten Galle, und zwar von den Gallensäuren etwas Cholalsäure und kleine Mengen unveränderter Gallensäuren, Cholestearin und wahrscheinlich auch die reichlich vorhandenen, eigenthümlichen fettartigen, in Aether löslichen Stoffe [2]), ferner die Mineralbestandtheile derselben, vor allem die in Wasser unlöslichen. Ausserdem sind darin enthalten die Reste der abgeschuppten Epithelien und Schleimstoff.

So kommt es, dass auch Stickstoff im Hungerkoth enthalten ist und zwar in nicht unbeträchtlicher Menge. Nach Bidder und Schmidt [3]) ist ein Theil der stickstoff- und schwefelhaltigen Substanz in Alkohol auflöslich, also wohl von Residuen der Gallensäuren herrührend; sie fanden im trockenen Koth im Mittel 21,8 % Alkoholextract mit 1,09 % Stickstoff und 1,81 % Schwefel. Aus den Zusammenstellungen von Fr. Müller ergeben sich darin bei 6,45 % Stickstoff für den Tag im Mittel 0,21 g Stickstoff bei etwa 4,7 g Stickstoff im Harn, demnach 4 % des aus dem Körper ausgeschiedenen Stickstoffes; ferner etwa 1,6 g Kohlenstoff oder 1,4 % der Gesammtkohlenstoffausscheidung, und endlich (bei 21,7 % Asche im Mittel) 0,7 g Asche-

1) Friedrich Müller, Zeitschr. f. Biologie 1884 Bd. 20 S. 339.

2) Friedrich Müller erhielt aus dem trockenen Hungerkoth 19,8 % Aether extrakt und darin 25 % freie Fettsäuren, 33 % Neutralfett mit Cholestearin und 42 % Seifen.

3) Bidder und Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel S. 311.

bestandtheile oder 25 % der im Harn und Koth enthaltenen Aschebestandtheile.

Das Meconium ist ähnlich zusammengesetzt wie der Hungerkoth, nur ist im fötalen Darm die Resorption eine geringere als im Hungerzustande und sind auch Zersetzungen durch Gärung ausgeschlossen, weshalb man im Meconium neben Bilirubin viel unzersetzte Gallensäuren und in Wasser lösliche Mineralbestandtheile findet. Ueber die Menge des in einem Tag des fötalen Lebens erzeugten Meconiums ist noch wenig bekannt, Fr. Müller schätzt dieselbe beim Pferd auf 0,3 g Trockensubstanz.

Man könnte nun, wie erwähnt, annehmen, es wäre im Koth nach Nahrungsaufnahme ebenso viel nicht von der Nahrung herrührende Masse enthalten als im Hungerkothe. Dies wäre jedoch eine falsche Annahme, denn wenn Nahrung aufgenommen wird, ist die Absonderung im Darmkanal eine grössere und muss demnach auch der Antheil des dadurch gelieferten Kothes zunehmen. Es ist dies am besten aus einer von Voit gemachten Beobachtung zu ersehen, nach der von einem Gallenfistelhunde nach Aufnahme reichlicher Mengen von Fleisch dreimal mehr trockene Galle gebildet wird als beim Hunger.

Aus den Aufzeichnungen Voit's geht ferner hervor, dass der schwarze, pechartige Koth nach Fütterung mit reinem Fleisch fast vollständig Ausscheidungsproduct des Darmkanals ist und kaum Residuum des verzehrten Fleisches.

Er hat fast die gleiche Zusammensetzung wie der Hungerkoth und enthält namentlich keine geformten Elemente des Fleisches und höchstens Spuren von Eiweiss. Man vermag daher aus der Menge und dem Stickstoffgehalt des Fleischkothes beim Hunde annähernd zu entnehmen, wieviel in den Ausscheidungsproducten aus dem Darm im Ganzen und an Stickstoff bei Nahrungsaufnahme geliefert wird.

Es ergibt sich nach der Tabelle von Fr. Müller, dass ein Hund von 33 Kilo Gewicht bei Zufuhr von 1500 g Fleisch, die ihn auf seinem stofflichen Bestand erhalten, 10,2 g trockenen Koth mit 0,66 g (6,5 %) Stickstoff und 3,84 g Asche (33,7 %) liefert. Bei Fütterung mit 500—600 g Fleisch beträgt die Vermehrung des Kothes gegen-

über dem Hungerkoth täglich nur etwa 2 g. Die Menge des Fleischkothes ist durchaus nicht proportional der Menge des verzehrten Fleisches, wie es doch sein müsste, wenn er unverdaute Theile der Nahrung enthielte.

Dass der Fleischkoth im Wesentlichen Ausscheidungsproduct aus dem Darmkanal ist, geht auch aus der Gleichmässigkeit der Menge der trockenen Galle und des trockenen Fleichkoths hervor. Denn während die erstere (bei einem Hund von 20 kg Gewicht) bei Hunger 4 g und bei reichlicher Zufuhr von Fleisch 10—12 g beträgt, wurden beim Hunger 3 g, bei reichlicher Zufuhr von Fleisch 10—12 g von letzterem gefunden.

Daraus ist schon ersichtlich, dass bei Aufnahme von Nahrung die Grösse der Ausscheidung aus dem Darm wächst und der Hungerkoth nicht ein Maass dafür abgibt.

Der Stickstoffgehalt des Fleischkoths des Hundes macht etwa 1,2 % des im Ganzen aus dem Körper ausgeschiedenen Stickstoffes aus, der Kohlenstoffgehalt desselben etwa 2,7 % der Gesammtkohlenstoffausscheidung und der Aschegehalt 18,5 % der Ascheausscheidung.

Wenn der reine Fleischkoth für gewöhnlich keine Residuen des verzehrten Fleisches enthält, dann muss auch bei Aufnahme stickstofffreier Substanzen wie von Fett, Stärkemehl oder Zucker annähernd eine dem Fleischkoth entsprechende Menge von Stickstoff und Asche im Kothe sich befinden.

Dies ist auch in der That der Fall. Nach den Angaben von Fr. Müller werden dabei folgende Mengen von Bestandtheilen im Kothe entleert:

Einnahme	trockener Koth	nach Abzug des Fettes	Stickstoff im Koth	Asche im Koth	Stickstoff im Harn
100 Fett	9,9	6,1	0,4	0,96	6,2
350 „	18,7	14,6	0,9	—	6,8
370—500 Zucker	5,2	—	0,4	—	8,0
450 Stärke	19,2	—	—	—	—
450 „	22,4	—	—	—	—
500 „	16,2	—	0,7	—	5,1
700 „	18,7	—	0,8	2,67	6,6

Es ist darnach in der That bei Fütterung mit stickstofffreien Substanzen mehr Stickstoff im Koth enthalten als beim Hunger (0,4 bis 0,9 g gegen 0,21 g), so dass dabei im Mittel soviel Stickstoff im Koth ausgeschieden wird wie bei Aufnahme von 1500 g Fleisch (0,64 g gegen 0,66 g). Der im Koth enthaltene Stickstoff macht im Mittel 9 % des im Ganzen aus dem Körper ausgeschiedenen Stickstoffs aus. Auch ist die Menge des trockenen Kothes nach Beibringung von Fett und Abzug des in den Koth übergegangenen Fettes bei Zufuhr von 100 g Fett so gross wie nach Aufnahme von 800 g Fleisch, bei Zufuhr von 350 g Fett so gross wie nach Aufnahme von 2500 g Fleisch. Bei Fütterung mit viel Zucker, wobei kein Zucker im Koth sich findet, wird soviel trockener Koth gebildet, wie bei Fütterung mit 600 g Fleisch; nach Aufnahme von Stärkemehl ist die Quantität des trockenen Kothes etwas grösser als nach Aufnahme reichlicher Mengen von Fleisch. Es überwiegen also auch nach Aufnahme von Fett und Zucker im Koth die Reste der Verdauungssäfte und erst nach Aufnahme beträchtlicher Mengen von Stärkemehl tritt eine Vermehrung der Menge des Kothes ein und wird darin unverändertes Stärkemehl ausgeschieden.

I. Versuche am Hunde.

Da die sichere Feststellung dieser Verhältnisse von Bedeutung ist, so habe ich zwei eigene Versuche hierüber mit Stärkemehl, welches frei von Stickstoff und arm an Asche war, an einem Hunde angestellt.

In dem verfütterten lufttrockenen Stärkemehl befanden sich 84,87 und 85,31, im Mittel 85,09 % feste Theile und 0,466 % Asche, wovon 24 % in Wasser unlöslich waren.

Ein kleiner Hund von 7 kg Körpergewicht, der in einer neuntägigen Hungerreihe 11,88 g trockenen Koth mit 7,12 % Stickstoff ausschied, also im Tag 1,32 g mit 0,094 g Stickstoff, erhielt in einer ersten Reihe täglich 70 g, in einer zweiten 140 g lufttrockenen Stärkemehls.

In der ersten Reihe bei Fütterung mit 70 g lufttrocknen Stärkemehls unter Zusatz von 6,4 g Fett schied das Thier in 7 Tagen 21,3 g oder täglich 3,04 g trockenen Koth ab. Der Koth wurde in Wasser aufgeschwemmt und, nachdem er von den darin enthaltenen Haaren

durch Coliren durch feine Leinwand befreit war, wieder eingetrocknet. In der trockenen Masse fanden sich 3,64 und 3,71, im Mittel 3,67 % Stickstoff und 15,10 und 15,85, im Mittel 15,47 % Asche; es wurden also darin im Tag 0,11 g Stickstoff und 0,47 g Asche entleert. Das Thier verzehrte während der ganzen siebentägigen Reihe 490 g lufttrockenes Stärkemehl mit 416,9 g Trockensubstanz und 1,28 g Asche, ferner 44,9 g Fett (4,1—9,2 g im Tag), also im Tag 59,6 g trockenes Stärkemehl und 6,4 g Fett = 66,0 g Trockensubstanz mit 0,18 g Asche.

In der zweiten viertägigen Reihe wurde die tägliche Stärkemenge auf 140 g erhöht unter Zusatz von 11,3 g Fett. In 4 Tagen nahm der Hund 560 g lufttrockene Stärke mit 476,5 g feste Theile und 2,61 g Asche auf und 45,1 g Fett (8,9—12,9 g). Es treffen demnach auf den Tag 119,1 g trockenes Stärkemehl mit 11,3 g Fett = 130,4 g Trockensubstanz mit 0,26 g Asche. Dabei stieg die Kothmenge in 4 Tagen auf 65,95 g mit 23,8 g Trockensubstanz oder im Tag auf 5,95 g Trockensubstanz. Darin waren enthalten 3,79 und 3,92 %, im Mittel 3,85 % Stickstoff und 10,00 und 10,47, im Mittel 10,23 % Asche. Im Tag wurden daher im Koth 0,22 g Stickstoff und 0,61 g Asche ausgeschieden. Der Hund entleerte im Harn

am 1.	Tag	2,49 g	Stickstoff
„ 2.	„	1,52 „	„
„ 3.	„	1,15 „	„
„ 4.	„	1,21 „	„

im Mittel im Tag 1,59 g Stickstoff.

Der Stickstoff des Koths macht daher 12 % der Gesammtstickstoffausscheidung aus.

Derselbe Hund entleerte nach Aufnahme von 200 g Fleisch 2,18 g trockenen Koth mit 0,16 g (7,39 %) Stickstoff, nach Aufnahme von 500 g Fleisch 3,3 g trockenen Koth mit 0,24 g Stickstoff. Daraus geht abermals hervor, dass bei Aufnahme von stickstofffreiem Stärkemehl mehr Stickstoff im Koth entleert wird als bei Hunger und soviel wie bei Zufuhr von Fleisch, d. h. dass bei steigender Thätigkeit des Darms auch die Se- und Exkretionsproducte desselben an Menge entsprechend zunehmen. Dabei ist noch zu bedenken, dass nach den Beobachtungen von Voit Fett oder Stärkemehl oder Zucker die Quantität der abgesonderten Galle nicht

vermehren wie die Aufnahme von Fleisch. Es wird dadurch wiederum bewiesen, dass der Koth nach Fleischfütterung im Wesentlichen kein Residuum des verzehrten Fleisches sein kann.

Ganz anders gestaltet sich die Sache bei Fütterung des Hundes mit Brod oder mit Kartoffeln, wobei ein massiger Koth auftritt, der zum grössten Theil aus wenig verändertem Brod oder Kartoffeln besteht, gegen welche Residuen der Nahrung dann die Stoffwechselprodukte verhältnissmässig zurücktreten. Der von G. Meyer benützte Hund von 30 Kilo Gewicht schied z. B. nach Aufnahme von 1000 g Brod im Tag 70,1 g trockenen Koth aus mit 13,3 % des verzehrten trockenen Brodes und 19,5 % des Stickstoffs desselben (2,45 g täglich).

II. Versuche am Menschen.

Von grösserer Wichtigkeit für manche Zwecke ist es zu wissen, wieviel man beim Menschen im Koth Stickstoff annehmen darf, der nicht als Residuum der aufgenommenen Nahrung zu betrachten ist, und zwar wegen der Frage der Ansnützung der sticksoffhaltigen Substanzen der Nahrungsmittel im Darmkanal. Es stellt sich diese Ausnützung anders, wenn ein beträchtlicher Theil des Stickstoffs des Koths als Stoffwechselproduct und nicht als Residuum der Nahrung anzusehen ist.

Um dies zu entscheiden, müssen ebenfalls stickstofffreie Nahrungsstoffe gegeben werden und muss der Koth genau abgegrenzt werden.

Dr. M. Rubner [2]) hat bei seinen Ausnützungsversuchen an Menschen hierauf Rücksicht genommen. Er hat ausdrücklich hervorgehoben, dass der Stickstoffverlust im Kothe nicht einem Verlust von Eiweiss aus der Nahrung gleichzusetzen ist und zwar schon deshalb nicht, weil ein Theil des Stickstoffs der Nahrungsmittel nicht in Eiweiss, sondern in anderen Stoffen, in Zersetzungsproducten oder Extractivstoffen enthalten ist, vorzüglich aber weil ein Theil des Stickstoffs des Kothes von den in den Darm ergossenen Verdauungssäften herrührt. Rubner hat, um über den letzteren Antheil an Stick-

1) G. Meyer, Zeitschr. f. Biologie (1871) Bd. 7 S. 1.
2) M. Rubner, Zeitschr. f. Biologie (1879) Bd. 15 S. 198.

stoff einen annähernden Aufschluss zu erhalten, einem Mann während 2 Tagen eine sehr stickstoffarme Kost, aus Stärkemehl, Zucker, Schmalz und wenig Kochsalz zu Kuchen gebacken, gereicht; als Getränk wurde leichter Rheinwein gegeben. Die Menge der verzehrten Trockensubstanz war eine sehr beträchtliche, sie bestand für den Tag aus 158 g Fett und 585 g Stärkemehl. Der Koth wurde durch Aufnahme von Milch einen Tag vor und einen Tag nach der zweitägigen Reihe abgegrenzt.

In 24,8 g des im Tag entleerten trockenen Kothes befanden sich 1,39 g Stickstoff; in dem verbackenen und verzehrten Stärkemehl war noch etwas Stickstoff und zwar 1,36 g auf den Tag treffend enthalten. Man kann wohl annehmen, dass ein grosser Theil des im Koth befindlichen Stickstoffs aus den Rückständen der Verdauungssäfte herrührt und nur zum geringen Theil Residuum der 1,36 g Stickstoff des Stärkemehls ist. Rubner fand bei animalischer Kost im täglichen Koth nur 0,6—1,5 g Stickstoff, also sogar weniger wie bei reichlicher sehr stickstoffarmer Kost. Es ist dadurch auch für den Menschen unzweifelhaft dargethan, dass der Stickstoff im Koth nach animalischer Kost grösstentheils eine Exkretion aus dem Darmkanal ist. Nach Aufnahme von vegetabilischen Nahrungsmitteln betrug die tägliche Stickstoffausscheidung im Koth 1,9—4,3 g; die höchste Zahl lieferten die gelben Rüben, die Kartoffeln und das Schwarzbrod. Da auch hier nicht aller Stickstoff des Kothes von den Speisen, sondern zum Theil von den Verdauungssäften herrührt, so ist die Ausnützung der stickstoffhaltigen Substanzen der Speisen günstiger als sich aus dem Stickstoffgehalt der letzteren und des Kothes berechnet.

Parkes[1]) hat von einem Versuche mit stickstofffreier, zu 50 % aus Zucker bestehenden Kost am Menschen berichtet, wobei er im Tag 0,4—0,6 g Stickstoff fand. Da er aber den Koth nicht abgrenzte und nur den am zweiten Tag abfallenden Koth prüfte, so ist nicht sicher, ob auch aller auf diesen Tag treffende Koth wirklich entleert worden war.

Um auch für den Menschen die Sache zu entscheiden, habe ich zwei Versuche mit möglichst stickstoffarmer Kost angestellt und

1) Parkes, Proceed. of the Royal Soc. (1867) Nr. 89, 94.

den Koth, wie es Rubner schon gethan hat, durch Milch (2½ Liter für den Tag) genau abgegrenzt.

Versuch 1.

Die tägliche stickstofffreie oder stickstoffarme Kost wurde für den Menschen hergestellt aus 300 g stickstofffreiem Stärkemehl (mit 85,73 und 86,75 = im Mittel 86,24 % Trockensubstanz), 120 g Zucker, 89 g Schmalz und 12 g Weinstein mit 5 g doppeltkohlensaurem Natron, woraus ein ganz wohlschmeckender Kuchen gebacken wurde. Die Menge der darin verzehrten Trockensubstanz betrug für den Tag 485 g was eine nicht unbeträchtliche Menge ist; ein Mensch nimmt bei voller gemischter Nahrung im Tag etwa 600 g Trockensubstanz auf.

Ausserdem wurden täglich im Mittel 908 ccm leichter Weisswein[1]) mit Brunnenwasser oder kohlensaurem Wasser getrunken. Der etwa 70 kg schwere Mann lebte davon während 3 Tagen.

Es wurden an Harn entleert:

	ccm	spez. Gew.	N in Gramm[2])
am 1. Tag	960	1023	10,47
„ 2. „	1030	1022	9,27
„ 3. „	1344	1018	8,17
Mittel im Tag	1111	1021	9,30

Diese Stickstoffabgabe von 9,30 g im Harn entspricht einem Verlust von 60 g trockenem Eiweiss oder 274 g frischem Fleische. Der kräftige Arbeiter von Pettenkofer und Voit zersetzte am ersten Hungertage 80 g Eiweiss oder 363 g frisches Fleisch.

Die Menge des auf die 3 Tage treffenden trockenen Kothes betrug 40,3 g; es treffen sonach auf den Tag 13,4 g.

In dem trockenen Koth fanden sich 4,02 und 4,14 d. i. im Mittel 4,08 % Stickstoff vor, sodass im Tag darin 0,54 g Stickstoff ausge-

1) In dem Wein ist etwas Stickstoff enthalten. Ich habe aus 100 ccm Laubenheimer 32,3 und 34,7, im Mittel 33,5 mg Stickstoff erhalten; aus 100 ccm Deidesheimer im Mittel 31,1 mg Stickstoff. Dies stimmt mit den Angaben Anderer überein; in weissem Ungarwein wurden in 100 ccm 24 mg Stickstoff, in rothem Ahrwein 47 mg Stickstoff gefunden (siehe König, menschl. Nahrungs- und Genussmittel 1879 Thl. 1 S. 163 u. 173). Ich glaube die geringe Menge von Stickstoff im Wein bei meinen ferneren Berechnungen vernachlässigen und annehmen zu dürfen, dass der grösste Theil desselben mit den übrigen Stoffen des Weins im Darmkanal resorbirt wird.

2) Nach Schneider und Seegen bestimmt.

schieden wurden. Dies macht 55 % des ausgeschiedenen Gesammtstickstoffes aus.

Der trockene Koth gab ferner 17,1 % Aetherextract, grösstentheils aus Neutralfett und freien Fettsäuren bestehend; aus dem Rückstand nach der Aetherextraction konnten nach dem Ansäuern noch weitere 21,2 % mit Aether ausgezogen werden, welche aber zum guten Theil aus Cholsäure und nur zum Theil aus Seifen bestanden. Im Tag waren im Koth 5,1 g Gesammtätherextract enthalten.

Im trocknen Koth waren 27,39 und 27,81, im Mittel 27,60 % Asche nachzuweisen. Die durch den Koth täglich ausgeschiedene Asche wog 3,7 g.

Es geht aus diesem ersten Versuche hervor, dass bei stickstofffreier Kost vom Menschen eine gewisse Menge aus den Residuen der Excrete des Darmkanals herrührenden Stickstoffs im Koth entfernt wird. Die übrigen Schlussfolgerungen sollen erst nach Betrachtung der weiteren Versuche gezogen werden.

Versuch 2.

Dieser zweite, ebenfalls 3tägige Versuch wurde an dem gleichen Mann von 70 kg Gewicht angestellt. Die tägliche Einnahme war diesmal geringer; sie bestand aus 90 g Stärkemehl (mit 77,6 g festen Theilen), 40 g Zucker, 30 g Schmalz und 11 g Brausemischung, also nur aus 158,6 g Trockensubstanz. Dazu wurden 1125 ccm Weisswein (Laubenheimer) getrunken.

Die Harnentleerung [1]) stellte sich folgendermaassen:

	ccm	spez. Gew.	N in Gramm
am 1. Tag	1120	1035	12,20
„ 2. „	980	1034	9,30
„ 3. „	1220	1024	7,00
im Mittel im Tag:	1107	1031	9,50

Diese 9,5 g Stickstoff sind in 61 g trockenem Eiweiss oder 280 g frischem Fleisch enthalten.

Auf die 3 Versuchstage fielen 46,1 g trockener Koth, also 15,4 g auf den Tag.

1) Der Harn reagirte stets alkalisch; der Stickstoff wurde nach dem Eintrocknen des Harns im Hofmeister'schen Schälchen mit Oxalsäure durch Glühen mit Natronkalk im Verbrennungsrohr bestimmt.

Im trockenen Koth waren 5,63 und 5,76, im Mittel 5,69 % Stickstoff nachzuweisen. Auf den Tag kommen daher 0,87 g Stickstoff oder 8,4 % der Gesammtstickstoffausscheidung.

Der Gehalt des Kothes an Mineralbestandtheilen betrug 22,35 und 22,07, d. i. im Mittel 22,21 %. Es wurden daher 3,4 g Asche im Tag im Koth entfernt.

Aus dem trockenen Koth konnten mit Aether 20,56 % ausgezogen werden.

Versuch 3.

Zu dem dritten dreitägigen Versuch diente der 74 kg schwere Mann, welcher zu den meisten Ausnützungsversuchen von Dr. M. Rubner benutzt worden war.

Der Mensch erhielt im Tag in der Kost zugeführt: 100 g lufttrockenes Stärkemehl (mit 81,5 % Trockensubstanz), 30 g Zucker, 30 g Schmalz und 5,7 g der Salzmischung; er nahm also täglich 147,2 g Trockensubstanz auf. Dazu wurden im Mittel im Tag 907 ccm Weisswein (Deidesheimer) getrunken.

Dabei wurde im Harn abgeschieden:

	ccm	spez. Gew.	N in Gramm
am 1. Tag	673	1023	9,26
„ 2. „	595	1027	6,62
„ 3. „	619	1025	5,61
Mittel im Tag	629	1025	7,16

Darnach wurden im Körper täglich zersetzt 46 g trockenes Eiweiss oder 211 g frisches Fleisch.

Der Harn reagirte am ersten Tage schwach sauer, am 2. Tage schwach alkalisch, am 3. Tage stark alkalisch.

Der durch Milch abgegrenzte Koth der drei Tage wog 40,05 g trocken, sonach entfallen auf den Tag 13,35 g trockener Koth.

Der trockene Koth lieferte in einer ersten Portion 5,97 und 6,03, d. i. im Mittel 6,00 % Stickstoff, in einer zweiten Portion 5,67 und 5,76, d. i. im Mittel 5,71 % Stickstoff, woraus sich eine Stickstoffausscheidung im Koth von täglich 0,78 g berechnet, oder von 9,8 % der gesammten Stickstoffabgabe.

Stellt man die Hauptresultate dieser drei Versuche am Menschen bei stickstofffreier Kost übersichtlich zusammen, so erhält man für den Tag:

Versuch	N im Harn	Koth		
		trocken	% N	gr N
1.	9,30	13,4	4,08	0,54
2.	9,50	15,4	5,69	0,87
3.	7,16	13,4	5,85	0,78

Im Mittel werden also täglich im Koth des Menschen bei nahezu stickstofffreier Kost 0,73 g Stickstoff ausgeschieden. Dies ist nicht wesentlich mehr als der Hund von 35 kg Gewicht im Mittel (0,64 g) bei Fütterung mit stickstofffreien Substanzen, allerdings zum Theil mit grossen Mengen derselben, ausschied. Diese Abgabe von Stickstoff im Koth betrug im Mittel 8 % der gesammten Stickstoffabgabe vom Körper. Wenn nun im Tag nach den Versuchen von Pettenkofer und Voit bei reichlicher gemischter Kost im Mittel 2,53 g Stickstoff im Koth enthalten sind, so rühren davon etwa 1,80 g = 71 % von der Nahrung her und etwa 0,73 g = 29 % sind Reste der Excrete des Darmkanales. Bei den Ausnützungsversuchen Rubner's fanden sich nach Zufuhr von Eiern oder von Fleisch in 13—17 g trockenem Koth nur 0,6—1,2 g Stickstoff; es ist daher wahrscheinlich, dass auch dieser Koth beim Menschen wie beim Hunde grösstentheils aus Ausscheidungen aus dem Körper in das Darmrohr besteht. Die Vegetabilien, namentlich die Gemüse und das Schwarzbrod, vermehren durch unverdaut bleibendes die Kothquantität, so dass die Producte des Stoffwechsels relativ in geringerer Menge zugegen sind; nach Aufnahme dieser Vegetabilien waren im Koth täglich 2,4 bis 4,3 g Stickstoff enthalten.

Für die Frage, wieviel von einem stickstoffhaltigen Nahrungsmittel man dem Körper zuführen muss, um seinen Stickstoffgehalt zu erhalten, ist es nicht nöthig, den Stickstoff des Kothes in den aus dem Nahrungsmittel und den aus den Verdauungssäften abstammenden Antheil zu trennen.

Jedoch stellt sich die Ausnützung des Stickstoffs der Nahrungsmittel im Darmkanal günstiger, als aus der Stickstoffeinnahme und der Stickstoffausscheidung im Koth berechnet wird, worauf schon Rubner aufmerksam gemacht hat. Ferner ist bei genauer Feststellung der Zersetzungsgrösse der stickstoffhaltigen Substanzen im Körper der aus den Excreten des Darmkanals herrührende Stickstoff zu be-

rücksichtigen. Bei Menschen wären demnach dabei im Mittel 0,73 g Stickstoff zu letzterem zu rechnen; beim Hund kann für gewöhnlich sogar fast der ganze Stickstoffgehalt des Kothes als Residuum der Verdaungssäfte betrachtet und zu den im Harn enthaltenen Zerfallproducten der Organe hinzugezählt werden.

Wie sich die Sache bei dem Pflanzenfresser verhält, das ist noch nicht zu übersehen. Der Pflanzenfresser besitzt einen längeren Darmkanal, er kaut länger an seinem Futter als der Fleischfresser und sondert dabei ansehnliche Mengen von Speichel ab; der viel voluminösere Inhalt verweilt ferner längere Zeit im Darm und die Verdauung geht fast ununterbrochen fort. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Quantität der im Tag gelieferten Reste der Verdauungssäfte bei ihm eine beträchtlichere ist, wie beim Fleischfresser, aber es ist noch nicht möglich eine Schätzung derselben zu versuchen.

Jedenfalls treten die Reste der Darmsäfte beim Pflanzenfresser relativ sehr zurück gegen die grossen Massen des Unverdauten der celulosereichen Futtermittel.

Die Versuche der Bestimmung der ersteren haben bis jetzt zu keinem brauchbaren Resultate geführt. Professor Voit[1]) hat bei der Darstellung des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung hierüber Folgendes bemerkt:

„Grouven[2]) hatte bei Ochsen die Beobachtung gemacht, dass bei sehr dürftigem Futter (Strohfütterung) nicht selten der Koth mehr Stickstoff enthält als das Futter. Henneberg und Stohmann[3]) glaubten eine Vorstellung von den bei Ochsen im Koth ausgeschiedenen Stoffwechselproducten zu gewinnen, indem sie den äusserst möglichen Gehalt desselben an Gallenbestandtheilen zu ermitteln suchten; zu dem Zweck betrachteten sie das Aether- oder Alkoholextract des Kothes als Maximum der stickstofffreien Gallenstoffe, und erschlossen sie aus dem Stickstoff des wässrigen Auszugs die Menge des vorhandenen Taurins. Andere meinten, den Stickstoff der im Kothe befindlichen Stoffwechselproducte zu erhalten, wenn sie im Aether- und Alkohohlextract dieses Element bestimmten

1) Voit, Handbuch der Physiologie Bd. 6 Thl. 1 S. 36.
2) Grouven, physiol.-chem. Fütterungsversuche (1864) S. 307.
3) Henneberg und Stohmann, Beiträge (1864) Heft 2 S. 366.

und sodann aus dem im Wasserextract vorhandenen organisch gebundenen Schwefel den dem Taurin entsprechenden Stickstoff berechneten[1]). Jedoch bekommt man dadurch keinen irgendwie sicheren Aufschluss über die Quantität der Producte des Stoffwechsels im Koth und über deren Stickstoffgehalt, denn man berücksichtigt dabei nur die Gallenbestandtheile, durch welche doch nicht allein jene Producte ausgeführt werden; die übrigen Verdauungssäfte, welche zum Theil sogar mehr feste Bestandtheile liefern als die Galle, hinterlassen sicherlich ebenfalls ihre Residuen, deren Menge aber unbekannt bleibt. Ja selbst die Zersetzungsproducte der Gallensäuren lassen sich dadurch nicht genau erfahren, da sie möglicherweise in Aether und Alkohol nicht mehr löslich sind, dagegen andere im Darm aus den Nahrungsstoffen hervorgegangene stickstoffhaltige Zersetzungsproducte in Aether und Alkohol löslich sein können."

Man kann beim Pflanzenfresser die betreffende Ausscheidung beim Hunger oder bei Zufuhr stickstofffreier Stoffe nicht so leicht nach der bei Hunden und Menschen benützten Methode bestimmen, da bei ihm auch nach mehrtägigem Hunger noch ein nicht unbeträchtlicher Inhalt im Magen und Blinddarm sich findet und es längere Zeit währt, bis durch stickstoffreie Substanzen der Darminhalt ganz verdrängt ist.

Wenn ein Hund von 35 kg Gewicht bei Erhaltungsfutter (1500 g reines Fleisch) im Tag 10,2 g trockenen Koth mit 0,66 g Stickstoff als Stoffwechselproduct ausscheidet, so träfen dem Gewicht nach auf einen Ochsen von 500 kg Gewicht 143 g mit 9,3 g Stickstoff oder etwa 1,3 % des trockenen Futters oder 3—4 % des trockenen Kothes. Da diese Mengen aus dem angegebenen Grunde wahrscheinlich nicht unwesentlich zu niedrig sind, so handelt es sich dabei um Grössen, die bei Stoffwechselversuchen oder bei Feststellung der Eiweisszersetzung im Körper nicht zu vernachlässigen sind.

1) Hierher gehören: G. Kühn, Aronstein und H. Schulze, Journal f. Landwirthsch. (1867) S. 6; Maercker und Schulze, ebenda (1871) S. 49; Wildt, landw. Jahrbücher (1877) Jahrg. 6 S. 150; J. König, landw. Versuchsstationen XIII S. 241; Wolff, Ernährung der landw. Nutzthiere (1876) S. 46; E. Heiden und Fr. Voigt, österr. landw. Wochenblatt (1876) S. 580.